

PUB-NO: JP402042717A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02042717 A  
TITLE: METHOD OF APPLYING ENERGY BEAM

PUBN-DATE: February 13, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KO, CHIYUUKOU	
AOYAMA, TAKASHI	
MIMURA, AKIO	
KOIKE, YOSHIHIKO	
OKAJIMA, YOSHIAKI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	

APPL-NO: JP63192732  
APPL-DATE: August 3, 1988

US-CL-CURRENT: 117/92; 117/905  
INT-CL (IPC): H01L 21/20; H01L 21/268; H01L 21/336; H01L 27/12; H01L 29/784; G02F 1/136

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a recrystallized film suitable for providing a multiplicity of semiconductor active elements on an insulating substrate by applying an energy beam spot only once to a region of the thin film where the semiconductor elements are to be formed.

CONSTITUTION: A region of a film where semiconductor active elements 23 are to be formed is prevented from being irradiated with energy beams repeatedly. More particularly, the thin film is laser annealed by applying an energy beam sequentially such that a reduced energy region 25 and a region 24 where beams spots 22 overlap each other are located between the elements 23. In this manner, the film for providing the semiconductor active elements can be prevented from being peeled off or from being crystallized ununiformly by the radiation of the energy beam. Consequently, a recrystallized film suitable for providing semiconductor active elements can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-42717

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)2月13日

H 01 L 21/20  
21/268

B

7739-5F  
7738-5F  
8624-5F

H 01 L 29/78 3 1 1 Y※

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全7頁)

⑭ 発明の名称 エネルギービーム照射方法

⑯ 特 願 昭63-192732

⑰ 出 願 昭63(1988)8月3日

⑱ 発 明 者 胡 中 行 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研  
究所内⑲ 発 明 者 青 山 隆 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研  
究所内⑲ 発 明 者 三 村 秋 男 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研  
究所内⑲ 発 明 者 小 池 義 彦 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研  
究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外2名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

エネルギービーム照射方法

## 2. 特許請求の範囲

1. エネルギービームを用いて、絶縁基板上に形成される多数の半導体能動素子をアニールする方法において、半導体能動素子の形成する薄膜領域に、エネルギービームスポットが1回のみ照射されるようにしたことを特徴とするエネルギービーム照射方法。

2. 請求項1において、エネルギービームのスポットとスポットの重なる部分が半導体能動素子の形成する薄膜領域からはずれるように照射することを特徴とするエネルギービーム照射方法。

3. 請求項1において、エネルギービームスポットとスポットの重なる部分が半導体能動素子を形成する薄膜領域からはずれるように半導体能動素子を配置することを特徴とするエネルギービーム照射方法。

4. ガウシアン分布を持つエネルギービームを用

いて、半導体能動素子をアニールする方法において、半導体能動素子がエネルギービームのエネルギーのピーク強度の $1 - 1/e^2$ 以上の強度を持つ領域に入れるように、照射することを特徴とするエネルギービーム照射方法。

5. ガウシアン分布を持つエネルギービームを用いて、半導体能動素子をアニールする方法において、半導体能動素子がエネルギービームのエネルギーのピーク強度の $(1 - 1/e^2)$ 以上の強度を持つ領域に入れるように、半導体能動素子を配置することを特徴とするエネルギービーム照射方法。

6. 請求項1において、エネルギービームのスポットとスポットの重なる部分が半導体能動素子の形成する薄膜領域からはずれるように、半導体能動素子を分割して形成し、結線により、一体化をすることを特徴とするエネルギービーム照射方法。

7. ガウシアン分布を持つエネルギービームを用いて、半導体能動素子をアニールする方法にお

いて、半導体能動素子をエネルギービームのエネルギーのピーク強度の $(1 - 1/e^2)$ 以上の強度を持つ領域に入れられるように、分割して形成し、結線により、一体化することを特徴とするエネルギービーム照射方法。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、エネルギービームの照射方法に係り、特に薄膜トランジスタの製造に必要なエネルギービーム照射方法に関する。

#### 〔従来の技術〕

従来、例えば特開昭62-31111号公報に記載のように、エネルギービームを絶縁基板上の薄膜に照射して、薄膜をアニールし、結晶性を向上させたり、不純物を活性化し、特にパルス状のエネルギービームを照射する場合、この際、一般にエネルギービームのスポットとスポットとの間で一定の幅で重ねて、照射することによつて、照射されない領域をなくす方法が用いられている。

特開昭63-10516号公報に記載のように、双峰

状のエネルギー分布を持つエネルギービームを用いた場合、双峰ビームの一方の峰が前に走査した双峰ビームの他方の峰にほぼ重ね合わさるように順次ビームアニールする方法が記載されている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

エネルギービームはビームのスポット内においてエネルギー密度分布を持ち、ビームスポットの周辺においてはエネルギー密度が低い。また、ビーム間領域をなくすために、現在ビームスポットとビームスポット間をある程度重ねて、基板全面を照射する方法が用いられている。しかし、一旦、エネルギービームによるアニール（例えば、レーザアニール）照射を行なうと、エネルギー密度の低いビーム周辺部に相当する薄膜が結晶化され、ビーム中心領域より結晶性の悪い領域が出来てしまう。この領域に再びビームを照射（以下、重なる照射と称す）しても、結晶性が良くならない上に、さらに膜はがれと言う問題が起る。しかも、結晶性の不均一性の問題もあるため、良質な再結晶化膜が得られなかった。

本発明の目的は、絶縁基板上に多数の半導体能動素子を形成するのに好適な再結晶化膜を得るためのエネルギービーム照射方法を提供する。

#### 〔課題を解決するための手段〕

本発明の上記目的を達成するために、下記の手段を採用した。

本発明で使われるスポット径（ビーム径）とは有効スポット径であり、第2図に示すようにビームのピークパワー密度強度の $1/e^4$ あるいは $1.83\%$ の強度を持つ位置のビーム中心からの距離の $\theta$ 倍と定義する（第2図のD<sub>L</sub>）。また、ビームのピークパワー密度強度から $1/e^2$ 、あるいは $13.5\%$ だけ低下する位置すなわち $86.5\%$ の強度を持つ位置からビームピークパワー密度強度の $1/e^4$ （あるいは $1.83\%$ ）に低下する位置までの領域をビーム周辺エネルギー低下領域と定義する（第2図の25）。

半導体能動素子の配列を持つ基板内の上記素子内、素子間の再結晶化の不均一性をなくすために、ビームのピークパワーエネルギー密度強度から $1/e^2$ 、あるいは $13.5\%$ だけ、低下する領域すなわち、ピークエネルギーの $86.5\%$ 以上のエネルギーを持つ領域第2図の26（以下エネルギー一定領域26と定義し、略称する）に上記素子が完全に入れるように、エネルギービームスポットの位置、スポットの径、形状を決めておく。

また、第3図に示す様に、半導体能動素子部分の膜はがれを防ぐために、上記素子を形成する領域23に同じ結晶化過程にエネルギービームスポットを重ねて照射しないように、すなわち、ビームスポットとビームスポットの重なる部分24が上記素子領域23に重ね合わさないように試料の移動量、あるいはエネルギービームの移動量（所謂スキヤン幅、あるいはスキヤンピッチ）を決めておく。

また、第3図に示す様に、半導体能動素子部分の膜はがれを防ぐために、上記素子を形成する領域23に同じ結晶化過程にエネルギービームスポットを重ねて照射しないように、すなわち、ビームスポットとビームスポットの重なる部分24が上記素子領域23に重ね合わさないように試料の移動量、あるいはエネルギービームの移動量（所謂スキヤン幅、あるいはスキヤンピッチ）を決めておく。

上記エネルギー低下領域25、上記ビームスポットとスポットの重なる領域24を上記素子と素子の間に入れるように、順次エネルギービームを照射し、レーザアニールを行なう。

また、上記の目的を達成するために、次の様な

第2の手段を採用した。

液晶ディスプレイの周辺回路のような絶縁基板上に形成される半導体能動素子の場合、その面積が大きい場合、エネルギービームスポットの径、形状、スキャン幅の変化だけでは上述の目的を達成しきれない場合もあるので、次の手段を採用した。

第7図に示すように、絶縁基板上に形成される駆動用の周辺回路71のような大面積を有する回路を、それぞれが、上記ビームスポットのエネルギー一定領域26に入るように分割する。分割された周辺回路を以下分割周辺回路73と呼ぶ。

この場合のビームの照射方法について、さらに、第4図を用いて説明する。第4図では、周辺回路71に相当するものとして半導体能動素子を考える。この半導体能動素子を分割して、分割半導体能動素子31とする。この分割半導体能動素子は、第7図では分割周辺回路73に相当する。

第4図に示すように、符号21で示すエネルギー強度分布を有するエネルギービームスポット

22とスポット22の重なる部分24が分割半導体能動素子31の形成領域と重ならないように、分割半導体能動素子間領域33の幅を決めておく。エネルギービーム照射の後、これらの分割半導体素子31を結線32で結び、最終的な回路とする。  
〔作用〕

絶縁基板上の膜の同一部分に、繰返しエネルギービームを照射すると、1回目のエネルギービームの照射によつて膜がそのビームに対し、透過率がよくなって、2回目の照射によつて、膜と基板界面付近が熱される。そのため、その部分の膜がはがれやすくなる。

本発明の上記手段を用いれば、半導体能動素子となる領域の膜に重ねてエネルギービームを照射しないため、適切な入射エネルギーの選定によつて、高結晶化、しかも膜はがれのしない好適な再結晶化膜が得られる。

また、本発明によれば半導体能動素子を完全にエネルギー一定領域に入れることによつて、半導体能動素子内がほぼ同じエネルギー照射を受ける

ので、上記素子内が同じ再結晶化効果が得られる。これによつて、均一な再結晶化膜が得られる。

#### 〔実施例〕

以下、図面を用いて、本発明の一実施例を説明する。第5図は本発明を用いた液晶ディスプレイの画素用薄膜トランジスタ（以下TFTと略称）の断面構造を示す図である。絶縁基板たる亜温度580℃のガラス基板41の上に、低圧気相成長法（以下LPCVD法と称す）により、約1500Åの厚さのアモルファスシリコン膜を堆積させる。画素部となる領域の膜を波長308nmのXeClパルスエキシマレーザで約350mJ/cm<sup>2</sup>のピークエネルギーで照射し、再結晶化させた。この際、第6図に示すレーザー照射装置を用いた。試料基板面上57のビームスポットは有効ビーム領域27、2.9mm(D<sub>L</sub>)×2.5mm(D<sub>LL</sub>)の長方形であり、また、そのうちエネルギー一定領域26は2.5mm(D<sub>e</sub>)×2.1mm(D<sub>ee</sub>)である。照射された半導体能動素子23は50μ×20μmの口径であり、素子と素子間の距離は左右150

μm(11)、上下450μm(12)である。第1図に示すように、横方向に関して、上記素子を完全にビームのエネルギー一定領域26に入れるために、18列ごとに素子間距離を150μmから300μmになるように配列を変更する（第1図の第n列及び第n+18列）。この例では、横方向ではビームスポット22とスポット22の重なる領域24の幅とビームの周辺エネルギー低下領域25との幅と一致している。この値は200μmである。

また横方向にビームスポットのエネルギー一定領域26に計18個の半導体能動素子23が入っている。

縦方向に関しては、素子間距離が大きいので、上記素子の配列を変更する必要はない。この方向にビームスポット22ごとのエネルギー一定領域26に計5個の上記素子23が入っている。

縦方向ではスポット22とスポット22の重なる領域24aの幅は250μmであり、ビームスポット22の周辺エネルギー低下領域25aの幅

は200 $\mu$ mである。

エネルギー低下領域25、25a及びスポット22とスポット22の重なる領域24、24aには上記素子23が配列されていないことが第1図で明らかになっている。

但し第1図では実際の上記素子の一部しか描いていない。以外は省略して点線で記してある。レーザー照射スポットは3スポット分に相当するように一部省略して記してある。

ビームスキャン幅(スキャンピッチ)は横方向2.7mmで、縦方向2.25mmである。

上述の条件で試料ステージを縦、横方向に二次元的に、繰り返し基板全面を照射したことによって、1つのTFT素子部に対して複数回のレーザーを照射しないことができた。これによって、素子部の膜はがれを防ぐことが出来た。また、すべての素子領域に照射されるエネルギーのバラツキが±6.8%以内であるため、均一な結晶化シリコン膜が得られた。

その後、絶縁膜SiO<sub>2</sub>45を膜厚1000Å

54、縮小レンズ55で構成された第6図のような光学系装置で、有効ビームスポット27口径が11mm×11mm、エネルギー一定領域26が口径10mm×10mmのエキシマレーザー( $\lambda=308$ nm、ピークパワー強度350nJ/cm<sup>2</sup>)スポットが得られた。

上記のスポット口径に合せて、第7図(a)の周辺回路部分71を第7図(b)のように9mm×9mmに分割した。また、分割回路73間の距離74を2mmとした。

第7図(b)の周辺回路部を拡大したのは第9図である。第9図に示すように本例ではスキャンピッチは11mmすなわちビームスポットとスポットの間は重ならないようにした。これによって膜はがれの発生を防いだ。また、ビームスポット周辺エネルギー低下領域25(この例では0.5mm)は分割回路73から外れたため、分割回路73内に照射されるレーザービームのエネルギーのバラツキ±6.8%以内となり、均一な結晶化シリコン膜が得られた。

を形成し、ゲート電極46用にLPCVD膜を膜厚1000Å堆積させた。ホト・エッチ工程によって、素子部を形成し、イオン打込み法によりP(リン)を30KeVのエネルギーで $5 \times 10^{15}$ 個/cm<sup>2</sup>のドーズ量を与える。その上にキャツピング用SiO<sub>2</sub>膜を膜厚1000Å形成した後、温度600℃、時間24hr於て画素用の薄膜トランジスタのソース、ドレイン領域42、43を不純物熱活性化を行なった。その後、A<sub>2</sub>配線48を形成し、ITO(Inclium Titan Oxide)からなる透明電極を堆積させる。ホト・エッチ工程によって、液晶ディスプレイ用画素部TFTが形成された。

第7図に、本発明の他の実施例を示す。

液晶ディスプレイの周辺回路部に用いられるTFTの断面構造を第8図に示す。

上記実施例で形成された膜の周辺回路となる領域を次のような方法で再結晶化した。

画素部の時と異なった光学特性を持つ第6図のオブティカルインテグレータ53、集光レンズ

その後上記実施例と同様に、不純物熱活性化後、分割回路間を結線74を用いて結線し、最終的な周辺回路とする。

#### (発明の効果)

本発明によれば、エネルギービームの照射による半導体能動素子を形成する膜のはがれ及び結晶化の不均一性をなくし、半導体能動素子を形成するのに好適な再結晶化膜を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明を示すビームスポットとスポットの重なり合せ方と半導体能動素子の位置関係を示す図である。

第2図はエネルギービームの強度分布を示す図である。

第3図はエネルギービームのエネルギー強度分布と半導体能動素子の配列関係を示す図である。

第4図はエネルギービームのエネルギー強度分布及びその重なり合せ方と分割半導体能動素子との関係を示す図である。

第5図は本発明の一実施例の薄膜トランジスタ

の断面構造を示す図である。

第6図は本発明で使用した照射装置の略図である。

第7図は実施例で使用した分割周辺回路の例を示す図である。

第8図は本発明の他の実施例の薄膜トランジスタ断面を示す図である。

第9図は実施例中の周辺回路の分割方法とエネルギービームの照射法の関係を示す図である。

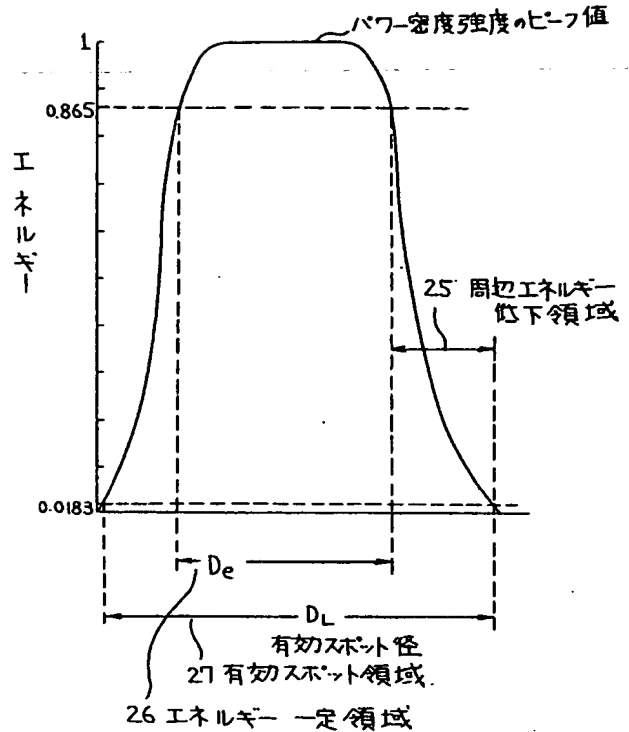
24…ビームスポットとスポットの重なる領域、

25…ビーム周辺エネルギー低下領域、26…エネルギー一定領域。

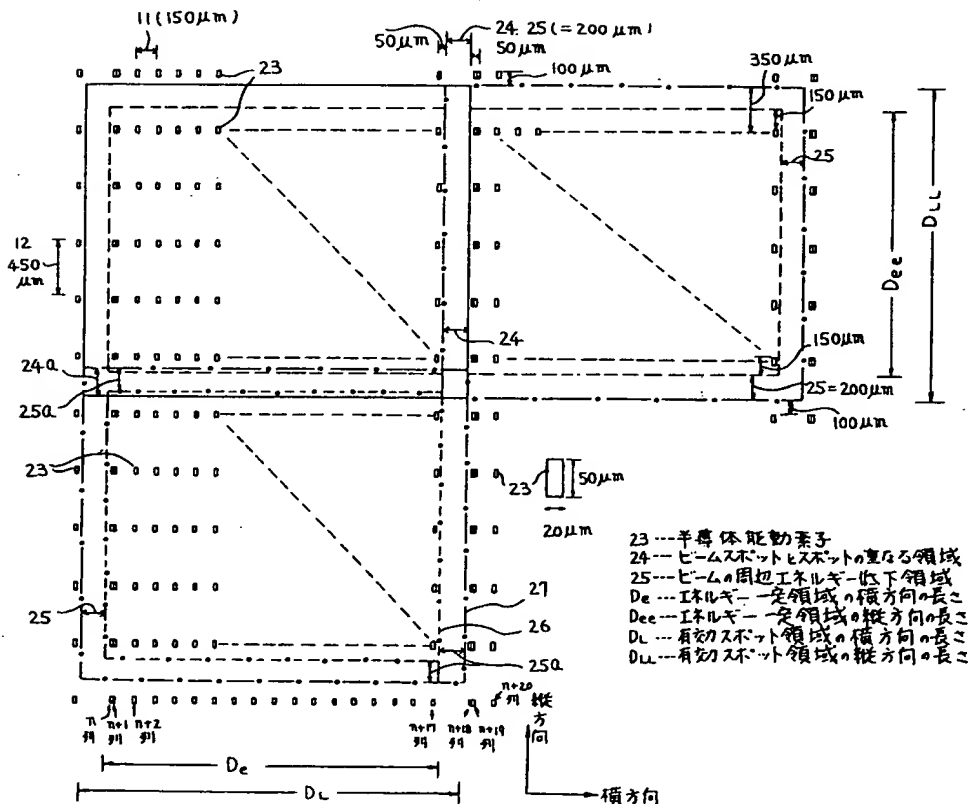
代理人 弁理士 小川勝男



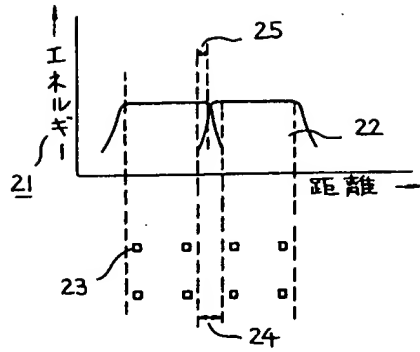
第2図



第1図

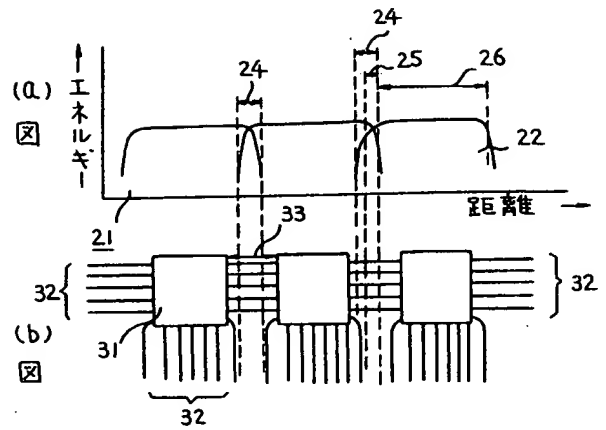


第3図



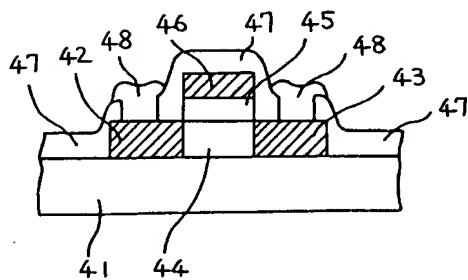
- 21 --- エネルギービームのエネルギー強度分布  
 22 --- ビームスポット  
 23 --- 半導体能動素子  
 24 --- ビームスポットとビームスポットの重なる部分  
 25 --- ビーム周辺エネルギー低下領域

第4図



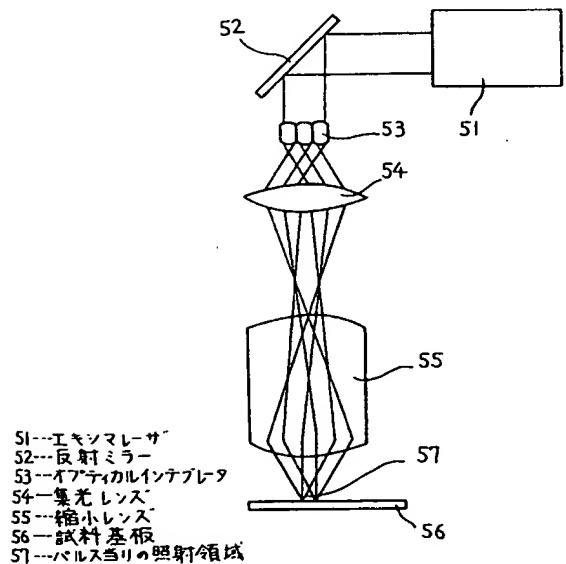
- 21 --- エネルギービームのエネルギー強度分布  
 22 --- ビームスポット  
 24 --- ビームスポットとビームスポットの重なる部分  
 25 --- ビームの周辺エネルギー低下領域  
 26 --- エネルギー一定領域  
 31 --- 分割半導体能動素子  
 32 --- 分割半導体能動素子間の結線  
 33 --- 分割半導体能動素子間領域

第5図



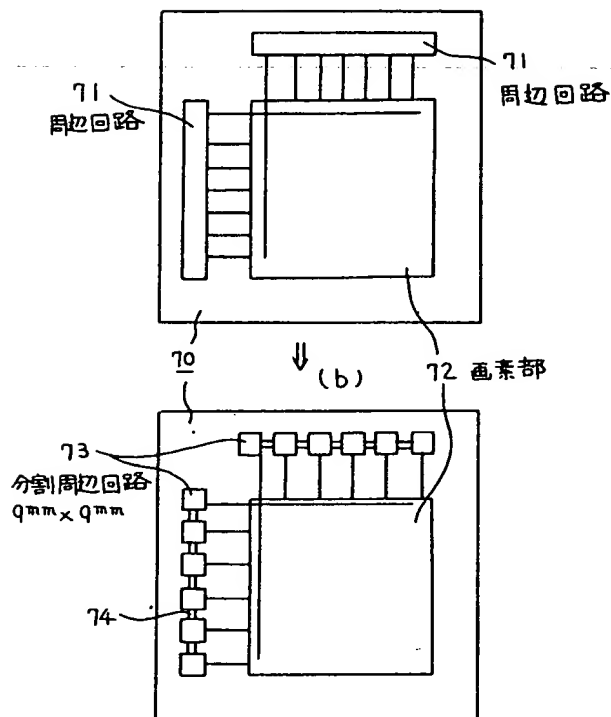
- 41 --- ガラス基板  
 42 --- ソース  
 43 --- ドレイン  
 44 --- チャンネル領域  
 45 --- ゲート絶縁膜  
 46 --- ゲート電極  
 47 --- パッシベーション膜  
 48 --- アルミ電極

第6図

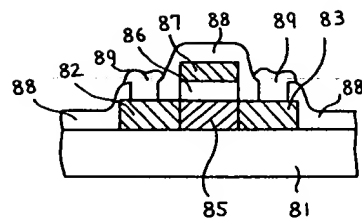


- 51 --- エキシマレーザ  
 52 --- 反射ミラー  
 53 --- オプティカルインテグレータ  
 54 --- 集光レンズ  
 55 --- 縮小レンズ  
 56 --- 試料基板  
 57 --- パルス当りの照射領域

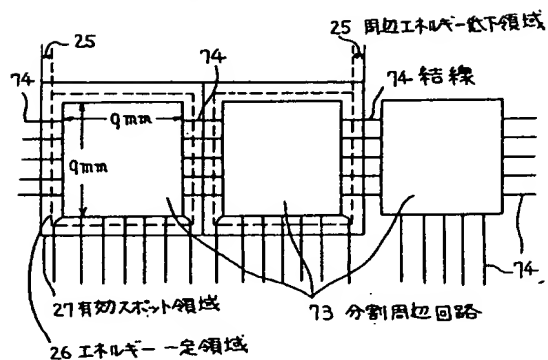
第 7 図  
(a)



第8圖



第 9 図



第 1 頁の続き

⑤Int. Cl. <sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

H 01 L 21/336

**A**

7514-5F

H 01 L 21/336  
27/12  
29/784  
// G 02 F 1/136

500

7370-2H

⑦2 発 明 者 岡 島

義 昭

茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内